



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**REAMBULACE A DOMĚŘENÍ ÚČELOVÉ MAPY
POVRCHOVÉ SITUACE**

REVISION AND SURVEY OF LARGE SCALE THEMATIC MAP OF THE SURFACE SITUATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

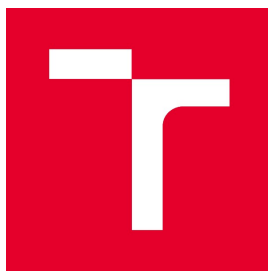
Alexander Fodor

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR KALVODA, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Alexander Fodor
Název	Reambulace a doměření účelové mapy povrchové situace
Vedoucí práce	Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Uživatelské příručky programu GeoStore V6, jeho modulů, nadstaveb a utilit.
Metodický pokyn GRID_MP_G11_12_04 - Zaměření plynárenského zařízení
a vyhotovení digitální technické mapy v jeho okolí, GasNet, s.r.o.
Metodika ČEZd_ME_0088r01 - Projektová dokumentace, dokumentace skutečného
provedení stavby a geodetické zaměření DSPS, ČEZ Distribuce, a. s.
Metodický pokyn pro aktualizaci účelové mapy povrchové situace východních Čech,
GEOVAP, spol. s.r.o.
http://www.vugtk.cz/euradin/TB02CUZK002/DOC/Z-OT_TB02CUZK002_MapOO.pdf
VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. © 2005-2012 [cit. 2012-1-16]. Dostupné
z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>
Citační manažer Citace PRO dostupný z: <https://citace.lib.vutbr.cz/>

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě Staré Hradiště 2 proveďte reambulaci souborného mapového díla kombinací vyhodnocení mračna bodů z mobilního skenovacího zařízení, pochůzky s doměřením polární metodou a GNSS. Ke zpracování použijte systém GeoStore V6. Využijte databázových informací o původu dat. Porovnejte výhody a nevýhody pořizování a údržby mapy klasickými metodami a mobilním mapováním. Výslednou přesnost otestujte dle ČSN 01 3410.

Výslednou mapu a meziprodukty vzniklé při řešení zadání odevzdejte v míře a formě, která umožní posoudit geometrickou a polohovou správnost a kvalitu výsledků práce.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Alexander Fodor *Reambulace a doměření účelové mapy povrchové situace*. Brno, 2021. 53 s., 0 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

ABSTRAKT

Hlavnou náplňou tejto bakalárskej práce bola reambulácia účelovej mapy povrchovej situácie v lokalite Staré Hradište 2. Reambulácia bola realizovaná pomocou mobilného mapovacieho systému. Na spracovanie mračien bodov bol využitý program GeoStore V6 od firmy GEOVAP, spol. s r.o.. Po vyhodnotení mračien bodov boli oblasti nedostatočne pokryté mračnom bodov domerané polárnou metódou zo stanovísk, ktorých súradnice a výšky boli určené metódou GNSS-RTK. Výsledná mapa bola otestovaná podľa ČSN 01 3410 a v závere práce sú porovnané výhody a nevýhody oboch metód zberu dát.

Výsledná mapa bola skontrolovaná firmou GEOVAP, spol. s r.o. a následne vložená do databázy Digitálnej technickej mapy východných Čiech, o ktorú sa stará Združenie správcov sietí východných Čiech.

KLÚČOVÉ SLOVÁ

účelová mapa povrchovej situácie, reambulácia mapy, technická mapa, mračno bodov, mobilný mapovací systém

ABSTRACT

The main content of this bachelor's thesis was updating the surface map in the Staré Hradište 2 location. The update was performed using a mobile mapping system. The GeoStore V6 programme by GEOVAP, spol. s r.o. was used to process point clouds. After evaluating the point clouds, the areas insufficiently covered by the point clouds were measured using the polar method from positions whereby the coordinates and heights were determined by the GNSS-RTK method. The resulting map was tested according to ČSN 01 3410 and the advantages and disadvantages of both data collection methods were compared at the end of the thesis.

The resulting map was checked by GEOVAP, spol. s r.o. and subsequently entered into the Digital Technical Map of Eastern Bohemia database, which is handled by the Association of Network Administrators of Eastern Bohemia.

KEYWORDS

thematic map of the surface situation, map updating, technical map, point cloud, mobile mapping system

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Reambulace a doměření účelové mapy povrchové situace* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2021

Alexander Fodor
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Reambulace a doměření účelové mapy povrchové situace* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2021

Alexander Fodor
autor práce

Pod'akovanie

Chcel by som sa pod'akovať firme GEOVAP, spol. s r.o. za zadanie práce. Taktiež by som im chcel pod'akovať za poskytnutie softvéru a odborné konzultácie, ktoré mi pri práci veľmi pomohli.

Ďalej by som sa chcel pod'akovať vedúcemu mojej práce Ing. Petrovi Kalvodovi, PhD. za odborné konzultácie a rady pri písaní tejto práce.

V Brne dňa 24.5.2021

Alexander Fodor
Autor

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Popis lokality Staré Hradiště.....	11
3	Technická mapa obce.....	12
3.1	Definícia TMO	12
3.2	Obsah TMO.....	12
3.3	Rozsah TMO	12
3.4	Delenie TMO.....	12
4	Účelová mapa povrchovej situácie-ÚMPS	13
4.1	ÚMPS.....	13
4.1.1	Náplň ÚMPS.....	13
4.1.2	Výškopis ÚMPS.....	13
4.1.3	Popisy ÚMPS.....	14
4.1.4	Viditeľnosť líniových prvkov ÚMPS	14
4.1.5	Bodové symboly ÚMPS	14
4.1.6	Zaistenie homogenity.....	14
5	Reambulácia.....	16
5.1	Definícia reambulácie	16
5.2	Metódy zberu dát.....	16
5.3	Reambulácia geodetickými metódami	16
6	Testovanie presnosti.....	17
6.1	Testovanie dát získaných pomocou MMS	17
6.2	Testovanie presnosti súradníc X,Y.....	17
6.3	Testovanie presnosti výšok	18
7	MMS	19
7.1	Prijímač GNSS signálu.....	19
7.2	Inerciálna meracia jednotka	19
7.3	Odometer.....	20
7.4	Digitálna kamera	20
7.5	Laserový skener.....	20
7.6	LYNX Mobile Mapper.....	21
8	Spracovanie v programe GeoStore V6	23
8.1	Popis aplikácie.....	23

8.2	Popis základného panelu	23
8.2.1	Načítanie a odoberanie mračien bodov z pamäti	23
8.2.2	Tvorba TIN	24
8.2.3	Zobrazovacie režimy mračna bodov	24
8.2.4	Funkcia výška	24
8.2.5	Funkcia 3D	24
8.2.6	Ostatné funkcie	25
8.3	Načítanie vstupu	25
8.3.1	Pripojovanie mračien bodov po súboroch	25
8.4	Rozsah zobrazenia	26
8.4.1	Výškové obmedzenie	26
8.5	Výška	26
8.5.1	Zadanie bodu	27
8.5.2	Zadávanie bodu so súčasným kreslením mapy	28
8.6	Okno 3D	28
8.6.1	Pohyb v okne	28
8.6.2	Zmena záujmového bodu (stredu otáčania)	29
8.6.3	Vkladanie záujmových bodov z 3D okna	29
8.7	Trajektória merania	29
8.7.1	Tvorba kladu fotiek	29
8.7.2	Zobrazovanie fotiek cez vybraný prvok bunky	29
8.8	Techline	29
8.8.1	GEO-Ap	30
8.9	Výpočty v GV	31
8.9.1	Záložka nastavenia	31
8.9.2	Záložka parametre	33
8.9.3	Záložka výpočty	34
8.9.4	Záložka utility	35
8.10	Revízia výkresu	36
8.10.1	Záložka grafika	37
8.10.2	Záložka topológia	38
8.10.3	Záložka body	39
8.10.4	Záložka atribúty	40

9	Domeranie a kontrola výkresu	41
9.1	Spracovanie mračien bodov	41
9.2	Práce v teréne	41
9.3	Kontrolné meranie.....	41
9.4	Testovanie presnosti mračna bodov	41
9.4.1	Vyhodnotenie testovania mračna bodov	42
9.5	Testovanie presnosti pôvodnej a výslednej mapy	42
9.6	Porovnanie výhod a nevýhod údržby mapy klasickými metódami a mobilným mapovaním.....	44
10	Záver	47
11	Zoznam obrázkov a tabuliek.....	48
12	Zoznam použitých skratiek	50
13	Použitá literatúra	51
	Zoznam digitálnych príloh.....	53

1 Úvod

V tejto bakalárskej práci sa zaoberám reambuláciou a domeraním účelovej mapy povrchovej situácie (ÚMPS). Zadávaateľom tejto práce bola firma GEOVAP, spol. s r.o. z Pardubíc. Reambulácia mapy prebiehala v západnej časti obce Staré Hradiště. Táto obec sa nachádza v Pardubickom kraji približne 4 km od sídla firmy GEOVAP, spol. s r.o.. Túto oblasť nám však rozdelili na viac častí a mne pripadla lokalita s číslom 2. Zvyšné časti boli spracované mojimi spolužiakmi. Na reambuláciu mapy bol použitý MMS. Mojou prvou úlohou bolo spracovať mračná bodov. Pri spracovávaní som neustále porovnával aktuálny stav mapy s mračnom bodov. Ak som v mape našiel nezrovnalosti, tak som jednotlivé body nahradil novými bodmi z mračna. Podklady a softvér mi poskytla firma GEOVAP, spol. s r.o.. Na spracovanie som používal program Geostore V6_3D. Pred samotným spracovaním mračien som bol zástupcom firmy pánom Ing. Pavlom Cimplom zaškolený pre prácu s ich softvérom. Moja bakalárska práca obsahuje podrobný postup pre prácu v programe Geostore V6_3D. Spracovával som približne 20 mračien. Pri práci s mračnami som občas narazil na oblasti, ktoré boli nedostatočne pokryté mračnom bodov. Vo väčšine prípadov to bolo zapríčinené vegetáciou alebo prekážajúcim automobilom. Tieto oblasti boli neskôr domerané priamo v teréne.

V druhej časti mojej práci som sa zaoberal testovaním mračna bodov, pôvodnej mapy a výslednej mapy podľa (ČSN 01 3410, 2014). Nakoniec som sa zaoberal výhodami a nevýhodami medzi meraním pomocou MMS a klasickými geodetickými metódami.

2 Popis lokality Staré Hradiště

Obec Staré Hradiště leží 2 km severne od Pardubic v nadmorskej výške 220 m.n.m.. Katastrálna výmera obce je 8,79 km². Nachádza sa v katastrálnom území Staré Hradiště (754366). Obcou prechádza cesta Pardubice-Hradec Králové. Obec sa delí na tri časti – Staré Hradiště, Brodzany a Hradiště na Písku. K Starému Hradišti patrí aj základná sídelná jednotka Psinek. V blízkosti obci Staré Hradiště tečie rieka Labe. (Staré Hradiště, 2006)

3 Technická mapa obce

3.1 Definícia TMO

Technickou mapou obce je mapové dielo s veľkou mierkou vedené na prostriedkoch výpočtovej techniky s podrobným zákresom prírodných a technických objektov a zariadení vyjadrujúci ich skutočný stav. (Zákon č. 200/1994 Sb., 1994)

3.2 Obsah TMO

Obsahom technickej mapy obce sú prvky vedené v súlade so skutočnosťou v teréne s využitím dokumentácie skutočného prevedenia stavby, geometrických plánov a účelového zamerania skutočného stavu.

Základný obsah technickej mapy obce tvoria:

- Značky bodov bodových polí
- Polohopis, výškopis
- Popis technickej mapy obce
- Metadáta o prvkoch technickej mapy obce.

(Vyhláška č. 233/2010 Sb., 2010)

3.3 Rozsah TMO

Technická mapa obce sa spracováva pre celé územie obce, jeho časť, najmä pre zastavané územie, zastavanú plochu alebo pre koridory. (Vyhláška č. 233/2010 Sb., 2010)

3.4 Delenie TMO

TMO sa delí na:

- Účelovú mapu povrchovej situácie (ÚMPS)
- Inžinierske siete dopravnej a technickej infraštruktúry na zemskom povrchu, nad ním a pod ním. (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4 Účelová mapa povrchovej situácie-ÚMPS

4.1 ÚMPS

Predmetom merania sú prvky ÚMPS TMO, ktoré vznikli alebo boli zmenené v súvislosti s uskutočňovaním stavby (zmeny TMO). V prípade, kedy nie je použitá metodika aktualizácie ÚMPS, je nutné z dôvodu zaistenia homogenity TMO zamerať aj najbližšie existujúce jednoznačne identifikovateľné prvky ÚMPS (napr. budova, oplotenie). (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.1 Náplň ÚMPS

Náplň ÚMPS je daná dátovou štruktúrou TMO. Náplň predstavujú najmä:

- Stavebné objekty a zariadenia – budovy (obytné, účelové, priemyselné), telovýchovné stavby, čakárne mestských a iných dopravných prostriedkov, čerpadlá pohonných hmôt, chaty, pomníky, telefónne búdky, steny a ploty s rozlíšením druhu, vstupy na pozemky atď.. Zakresľujú sa aj popisné údaje zistené pri meraní (číslo popisné, evidenčné, orientačné) a účelové popisy objektov (napr. garáž, kôlna a pod.).
- Dopravné objekty a zariadenia – vozovka, chodníky, krajnice, priekopy, deliace pásy, osy električkových koľají, nástupné ostrovčeky, osy trolejových vedení pre trolejbusy, podjazdy, nadjazdy, mosty, cestné tunely atď.. Zakresľujú sa aj popisné údaje zistené pri meraní – napr. popis povrchov (asfalt, betón, dlažba a pod.), popisy predmetov (napr. rampa).
- Vodohospodárske objekty a zariadenia – vodné toky a vodné plochy (brehová čiara), priehrady, hrádze, plavebné komory, stavidlá, brody, nábrežné steny, limnigrafy, pramienky, vodočty, vodné trysky, fontány, vodojemy, studne, čerpacie stanice, trvalé zavodňovacie a odvodňovacie zariadenia. Zakresľujú sa aj popisné údaje zistené pri meraní.
- Mestská zeleň – v parkoch, lesoch a iných verejne prístupných zelených plochách sa merajú cesty so spevneným povrchom. Jednotlivé stromy s rozlíšením druhu (listnaté, ihličnaté, ovocné), bez vyznačenia koruny. Súvislý porast sa meria obvodom.
- Podzemné priestory – len na zvláštne požiadanie odberateľa.
- Podzemné vedenie – merajú sa iba všetky povrchové znaky podzemných vedení (napr. šupátko s rozlíšením druhu, šachta s rozlíšením druhu, hydranty, vpuste a pod.). (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.2 Výškopis ÚMPS

Určujú sa nadmorské výšky podrobných bodov, a to v metroch na dve desatinné miesta. Text popisu výšok musí byť uvedený neredukovaný, celým číslom, na mieste desatinnej

bodky s medzerou. Text je nutné umiestniť tak, aby jeho zarovnanie bolo uprostred dole a meraný bod reprezentoval desatinnú bodku. Symetria okolo meraného bodu musí byť zaistená doplnením medzier. Čitateľnosť je možné prispôsobiť iba rotáciou textu okolo meraného bodu. V žiadnom prípade nie je povolené používať posunutie textov. (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.3 Popisy ÚMPS

Pre popisy ÚMPS je nutné použiť vždy prvok typu text. Všetky popisy musia byť vytvorené s odpovedajúcou diakritikou. Popis čísel meraných podrobných bodov ÚMPS nie je treba prečíslovávať, podstatné je zachovanie väzby na čísla bodov v zápisníkoch podrobného merania. Popis musí byť umiestnený na šírku medzery vpravo od meraného bodu so zarovnaním vľavo dole a so vzťažným bodom v súradnici meraného bodu. Pri umiestňovaní popisných textov je vhodné dbať na to, aby sa čo najmenej prekrývali s ostatnou kresbou. Popisy dlhých líniových objektov (napr. ulice) je nutné uvádzať v hustote odpovedajúcej mierke mapy. (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.4 Viditeľnosť líniových prvkov ÚMPS

V rámci dátovej štruktúry ÚMPS TMO sú rozlišované nasledujúce spôsoby zakresľovania viditeľnosti líniových prvkov:

- VP- viditeľný prienik – objekty zhora viditeľné, ktoré majú prienik s terénom alebo na ňom ležia,
- VN- viditeľný nadzemný objekt – objekty zhora viditeľné, ktoré nemajú styk s terénom (mosty, previsnuté časti budov a pod.),
- NP- neviditeľný prienik – objekty zhora neviditeľné, ktoré majú styk s terénom (prejazdy v domoch, podchodové časti budov, objekty zakryté nadjazdom a pod.),
- NN- neviditeľný nadzemný – objekty zhora neviditeľné, ktoré nemajú styk s terénom (previsnutá časť budovy zakrytá nadjazdom a pod.). (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.5 Bodové symboly ÚMPS

Vzhľad bodových symbolov vychádza zo značkového kľúča (ČSN 01 3411, 1990). Popisné značky nemusia korešpondovať s druhmi pozemkov podľa katastru nehnuteľností, majú iba informatívny charakter o súčasnom stave pozemku a je možno ich nahradiť popisom povrchov. (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

4.1.6 Zaistenie homogenity

Pri spracovaní geodetickej dokumentácie musí byť zaistená homogenita nového merania a existujúcich polohopisných dát v systéme GIS. Z tohto dôvodu je zhotoviteľ zamerania povinný vyžiadať si všetky dostupné polohopisné podklady v území, kde bude robiť

mapovanie. V rámci mapovania je nutné vždy zamerať identické body. Identické body sa zameriavajú aj v prípade, že obdržané polohopisné podklady zodpovedajú stavu v teréne. Pri zistených odlišnostiach presahujúcich strednú súradnicovú chybu ± 14 cm (pôvodná 3. trieda presnosti) alebo strednú výškovú chybu $m_v \pm 0.12$ je nutné túto skutočnosť uviesť v technickej správe. (Pácal, 2016)

5 Reambulácia

5.1 Definícia reambulácie

Reambulácia mapy je jednorazové vyšetrenie, zameranie a zobrazenie zmien predmetov merania a šetrenia do danej mapy. (Slovník VÚGTK, c 2005-2019)

Úlohou je vykonať aktualizáciu ÚMPS v záujmovom území, napr. v okolí novo budovanej siete, novej budovy alebo v rozsahu spracovávaného účelového zamerania skutočného stavu. (Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice, 2014)

5.2 Metódy zberu dát

Pred každou tvorbou modelu terénu alebo celého územia je potrebné správne zvoleným spôsobom získať potrebné informácie, najmä informácie o polohe jednotlivých bodov. (Vadina, 2013)

5.3 Reambulácia geodetickými metódami

Geodetické metódy patria k najrozšírenejším a najpoužívanejším metódam zberu priestorových údajov vôbec. Používajú sa v rôznych odvetviach geodézie napr. v inžinierskej geodézii, v katastri nehnuteľností a pod.. Tieto metódy sú v súčasnosti charakterizované univerzálnymi meracími stanicami, ktoré v bežnej praxi nazývame totálne stanice. Tieto meracie stanice v súčasnosti kombinujú takmer všetky dostupné technológie používané v bežnej geodetickej praxi. (Vadina, 2013)

6 Testovanie presnosti

6.1 Testovanie dát získaných pomocou MMS

Polohová a výšková presnosť nameraných dát sa overuje dvomi spôsobmi. Ak máme v mieste merania k dispozícii mapu situácie v požadovanej presnosti, porovnávame súradnice z mračna bodov so súradnicami jednoznačne identifikovateľných bodov mapy. Vo väčšine prípadov ale nie je podkladová mapa v mieste merania dostupná. V tomto prípade sa zamerajú vybrané jednoznačne identifikovateľné body pozdĺž trasy merania inou metódou. (Cimpl, 2013)

6.2 Testovanie presnosti súradníc X,Y

K testovaniu presnosti súradníc X,Y podrobných bodov sa vypočítajú rozdiely súradníc

$$\Delta X = X_m - X_k \quad (6.1)$$

$$\Delta Y = Y_m - Y_k \quad (6.2)$$

,kde sú

X_m, Y_m výsledné súradnice podrobného bodu polohopisu

X_k, Y_k súradnice toho istého bodu z kontrolného merania.

Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej smerodajnej súradnicovej odchýlky $S_{x,y}$ vypočítanej ako kvadratický priemer smerodajných odchýlok súradníc S_x, S_y , ktoré sa určia vo výbere o rozsahu N bodov zo vzťahov:

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta x_j^2} \quad (6.3)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta y_j^2} \quad (6.4)$$

Hodnota koeficientu k je rovná 2, ak má kontrolné určenie rovnakú presnosť ako metóda merania polohopisu. V prípade, že má kontrolné určenie presnosť podstatne vyššiu je hodnota koeficientu k rovná 1.

Presnosť určenia súradníc sa pokladá za vyhovujúcu, keď:

- Polohové odchýlky Δp vypočítané zo vzťahu

$$\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (6.5)$$

vyhovujú kritériu

$$|\Delta p| \leq 1,7 * U_{x,y} \quad (6.6)$$

- Je prijatá štatistická hypotéza, že výber pripadá stanovenej triede presnosti, výberová smerodajná súradnicová odchýlka $S_{x,y}$, vypočítaná zo vzťahu

$$S_{x,y} = \sqrt{\frac{1}{2} * (S_x^2 + S_y^2)} \quad (6.7)$$

vyhovuje kritériu

$$S_{x,y} \leq \omega_{2N} * U_{x,y} \quad (6.8)$$

Koeficient ω_{2N} má pri hladine významnosti $\alpha=5\%$ hodnotu $\omega_{2N} = 1,1$ pre výber o rozsahu N od 100 do 300 bodov. (ČSN 01 3410, 2014)

6.3 Testovanie presnosti výšok

K testovaniu výšok podrobných bodov sa pre body výberu vypočítajú rozdiely výšok

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (6.9)$$

,kde je

H_m výška podrobného bodu výškopisu

H_k výška toho istého bodu z kontrolného merania

Dosiahnutie stanovenej presnosti sa testuje pomocou výberovej smerodajnej výškovej odchýlky S_H , vypočítanej zo vzťahu

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{k*N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (6.10)$$

Hodnota koeficientu k je rovná 2, keď má kontrolné určenie rovnakú presnosť ako metóda určenia výšok.

Presnosť určenia výšok sa považuje za vyhovujúcu, keď:

- Hodnoty rozdielov výšok ΔH , vyhovujú kritériu

$$|\Delta H| \leq 2U_H * \sqrt{k} \quad (6.11)$$

- Je prijatá štatistická hypotéza, že výber pripadá stanovenej triede presnosti. Výberová smerodajná výšková odchýlka S_H vyhovuje kritériu. Na spevnenom povrchu pre výšky

$$S_H \leq \omega_N * U_H \quad (6.12)$$

(ČSN 01 3410, 2014)

7 MMS

Pre zber dát na moju prácu bol použitý mobilný mapovací systém Lynx Mobile Mapper od kanadskej spoločnosti Optech. Celý systém je namontovaný na špeciálne vyrobenú konštrukciu, ktorá je osadená na terénny automobil Toyota Hilux.

Celý systém je zložený z týchto častí:

- Prijímače signálu GNSS
- Inerciálna meracia jednotka IMU
- Rotačné laserové skenery
- Kamery
- Riadiaca jednotka
- Odometer

(Cimpl, 2013)

Celý systém je ovládaný riadiacou jednotkou, na ktorú sú všetky zariadenia pripojené a z ktorej sú riadené. Je to zvyčajne priemyslový počítač alebo notebook prispôbený na zber dát. Nároky sú kladené predovšetkým na kapacitu a rýchlosť harddiskov, výkon procesorov a grafických kariet. (Nováčková, 2012)

7.1 Prijímač GNSS signálu

Prijímač globálneho navigačného satelitného systému je primárne zariadenie, ktoré sa používa v mobilných mapovacích systémoch pre určenie absolútnej polohy idúceho vozidla a jeho zobrazovacích (kamery) a skenovacích (laserový skener) zariadení. (Nováčková, 2012)

7.2 Inerciálna meracia jednotka

Hlavnou súčasťou inerciálnej meracej jednotky (IMU) sú gyroskopy a akcelerometri. Pomocou gyroskopov sme schopný určiť rotačné prvky vonkajšej orientácie a akcelerometri poskytujú údaje o rýchlosti a polohe. IMU určuje svoju polohu a orientáciu tým, že kontinuálne meria tri ortogonálne lineárne zrýchlenia a tri uhlové hodnoty. IMU poskytuje vysokú relatívnu presnosť, ale absolútna presnosť sa zhoršuje s časom, ak ide prístroj v samostatnom móde. Kvôli tomu je výhodná integrácia s GNSS. Predikovaná pozícia a rýchlosť získaná IMU pomáha GNSS prijímaču prekonávať výpadok signálu zo satelitov. Naopak GNSS má väčšiu dlhodobú stabilitu, a preto sú tieto merania vhodné pre kompenzáciu systematických na čase závislých chýb IMU. (Nováčková, 2012)

7.3 Odometer

Odometre sa používajú ako doplnkové zariadenia pre GNSS/IMU systém, pre zlepšenie presnosti. Sú nevyhnutné v mestských oblastiach, kde GNSS meranie môže byť niekedy znemožnené kvôli blokovaniu satelitných signálov vysokými objektami, ako sú budovy a stromy. Odometer je zariadenie pre meranie vzdialenosti a rýchlosti pohybu. Jedná sa o optický hranatý snímač s pripojeným káblom pre prenos dát, ktorý je namontovaný vo vnútri dutej tyči. Táto tyč sa pripevňuje na zadné koleso mapovacieho vozidla. (Nováčková, 2012)

7.4 Digitálna kamera

Digitálne kamery slúžia k obrazovej dokumentácii záujmového územia. Počet a rozmiestnenie digitálnych kamier závisí predovšetkým na type aplikácie, pre ktorú sú dáta zbierané a na spôsobe, akým budú informácie zo snímku získavané. (Nováčková, 2012)

7.5 Laserový skener

Laserové skenery umožňujú zber 3D súradníc miliónov bodov. Na začiatku vývoja boli používané iba 3D laserové skenery, ktoré dovoľovali naskenovať okolie vozidla a poprípadе urobiť digitálne snímky v statickom režime po zastavení automobilu. V súčasnej dobe sa ale prevažne využívajú systémy zložené z viacerých 2D skenerov, ktoré skenujú povrch v dynamickom režime za pohybu systému po trajektórii. Tretí rozmer je získaný zmenou polohy systému skenerov v čase. Skenovanie sa robí kolmo k smeru jazdy. Konfigurácia skenerov na vozidle je variabilná vzhľadom k počtu a typu skenerov a na požadovanom výstupe skenovaných dát. Skenery sa rozlišujú predovšetkým svojím efektívnym dosahom, ktorý je v prípade lacnejších typov niekoľko desiatok metrov. (Nováčková, 2012)

7.6 LYNX Mobile Mapper

LYNX Mobile Mapper je mobilný mapovací systém, ktorého súčasťou je POS LV (Position and Orientation System for land-based vehicle) pomocou ktorého je možné určiť presnú polohu a orientáciu meracieho vozidla v reálnom čase. (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)



Obrázok 1: Mapovacie vozidlo (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)

Technická špecifikácia (V200)

- Pokrytie 360°
- Rýchlosť otáčania až 12 000 ot/min
- Výstup až 200 000 pulzov/sec
- Meria až 4 odrazy/pulz
- 1. trieda bezpečnosti laserového žiarenia
- Neviditeľný zväzok paprskov
- S kvalitným GPS signálom stredná chyba priestorovej polohy bodov do 5 cm, presnosť merania je zrovnateľná s totálnymi stanicami
- Dosah > 200 m (pri 20% odrazivosti povrchu) >> zameranie pásu o šírke 400m (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)

Hlavné výhody systému

- Rýchlosť jazdy pri meraní od 20 do 120km/h
- Dáta v otvorenom formáte LAS podporovaným väčšinou softwarov pre prácu s mračnami bodov
- Vysoká hustota bodov
- Vysoká rýchlosť snímania dát
- Bezpečné pre obsluhu
- Žiadne obmedzenie v doprave
- Meranie sa môže prevádzať aj v noci
- Možné kombinovať s meraním statickým skenerom (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)

Výkonnosť mapovania systémom LYNX

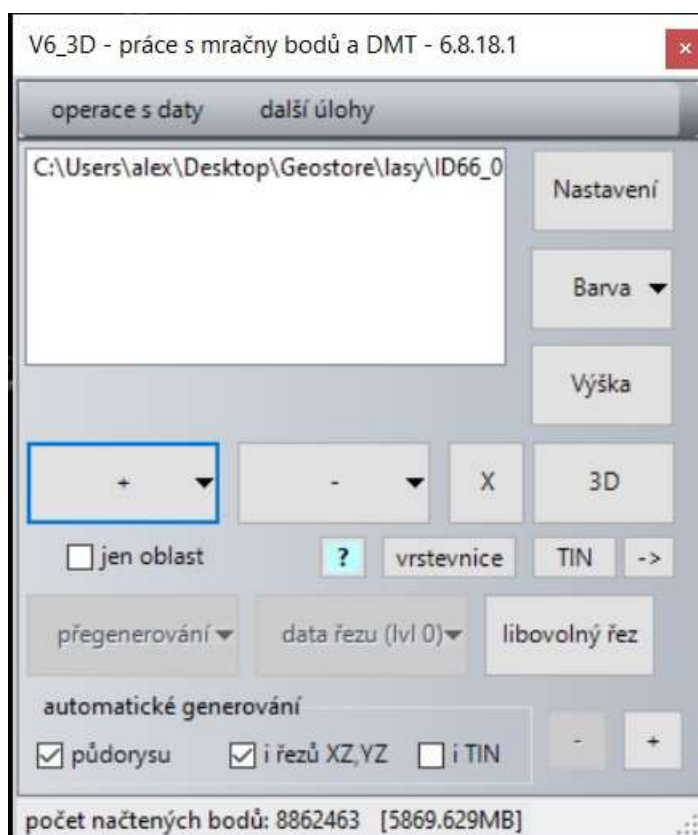
- Uličná fronta v obci či v meste až 80 km/deň
- Líniové trasy mimo zastavané oblasti až 100 km/deň
- Diaľnice a rýchlostné komunikácie až 120 km/deň (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)

8 Spracovanie v programe GeoStore V6

8.1 Popis aplikácie

Aplikácia V6_3D slúži k práci s mračnami bodov nasnímaných pomocou statického alebo mobilného či leteckého laserového skenovania v prostredí grafického editora GeoStore V6. Dáta sa dajú načítať z textového súboru TXT alebo binárneho LAS súboru, ktorý musí obsahovať X, Y a Z súradnice bodov a ďalej môže obsahovať farbu alebo intenzitu odrazu. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.2 Popis základného panelu



Obrázok 2: Základný panel

Tlačítko „Nastavení“ aktivuje okno nastavenie parametrov, kde je možné urobiť potrebné nastavenia pre dané funkcie. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.2.1 Načítanie a odoberanie mračien bodov z pamäti

Na načítanie a odoberanie mračien slúžia tlačidlá „+“, „-“ na hlavnom paneli. Dáta sa dajú načítať zo súboru alebo z dátového serveru cez http adresu. Ak je u tlačidla šípka,

môžeme cez pravé tlačidlo rozbaľiť menu. Tlačidlo „–“ slúži k odoberaniu načítaných dát. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

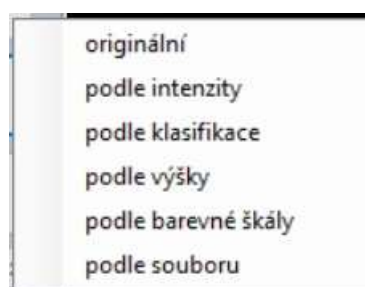
8.2.2 Tvorba TIN

Tlačidlo „pregenerování“ slúži k manuálnemu generovaniu pohľadov 1, 2, 3 má ho zmysel používať pokiaľ sú všetky voľby automatického generovania vypnuté. Tlačidlo „TIN“ slúži pre vykreslenie TIN do pôdorysu v okne 1 (rozsah bodov, z ktorých je trojuholníková sieť generovaná, je vždy daný iba rozsahom tohto okna). TIN je v tomto prípade zobrazený v referenčnom súbore newlas_tin.wkb. Pri opätovnom stlačení tlačidla je celý obsah znovu pregenerovaný. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.2.3 Zobrazovacie režimy mračna bodov

Mračná bodov sa dajú zobrazovať, podľa rôznych požiadaviek. Zobrazovacie režimy je možné konfigurovať cez definičné súbory v záložke nastavenie farieb.

Tlačidlo „Barva“ slúži k zobrazeniu mračien bodov v rôznych farebných režimoch. Cez pravé tlačidlo na myši môžeme voľiť spôsob prefarbenia dát. Na výber sú možnosti uvedené na Obrázok 3. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)



Obrázok 3: Režimy prefarbenia dát

8.2.4 Funkcia výška

Tlačidlo „Výška“ aktivuje funkciu odčítania výšky, ktorá nám slúži k mapovaniu nad mračnom bodov v 2D. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

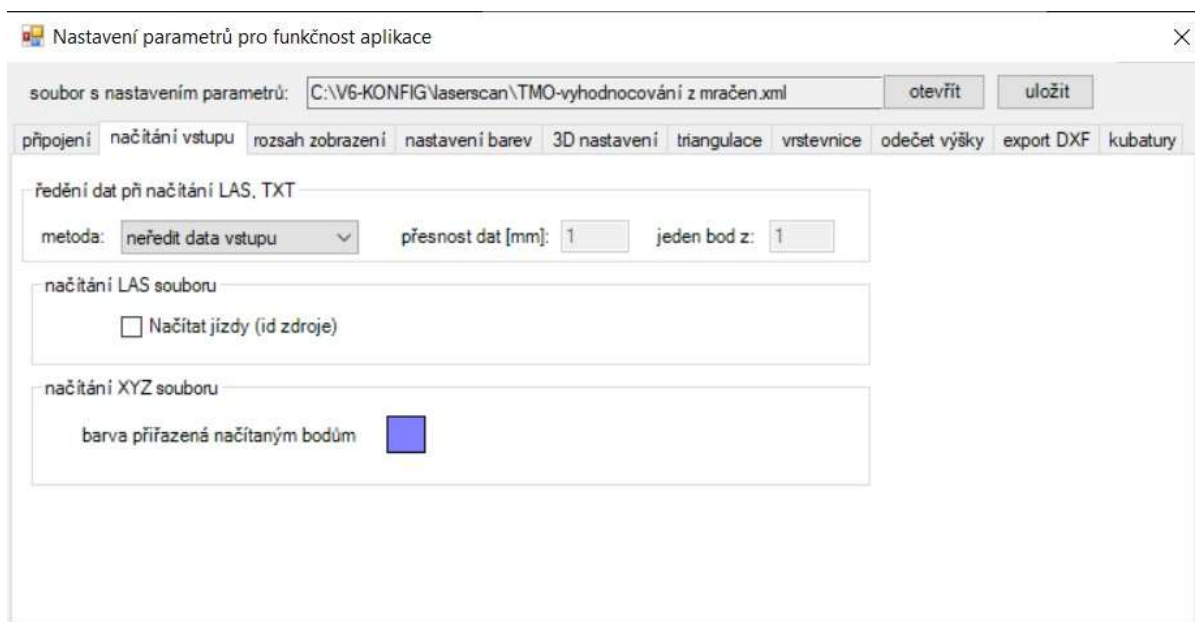
8.2.5 Funkcia 3D

Aplikácia V6_3D.dll vie pracovať v režime 3D jednak s mračnami bodov, ale tiež s 2D vektorovou kresbou pomocou zvláštného 3D okna. Pomocou tlačidla „3D“ vyvoláme 3D okno. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.2.6 Ostatné funkcie

Ďalšie funkcie sú k dispozícii v ponuke operácie s dátami a ďalšie úlohy. Umožňujú ukladať mračná bodov do súboru, odoberať jednotlivé body, exportovať vektorové kresby do 3D DXF, automaticky zobrazovať vyhotovené fotografie z daného merania, načítať alebo priradovať výšku prvkom podľa trajektórie. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.3 Načítanie vstupu



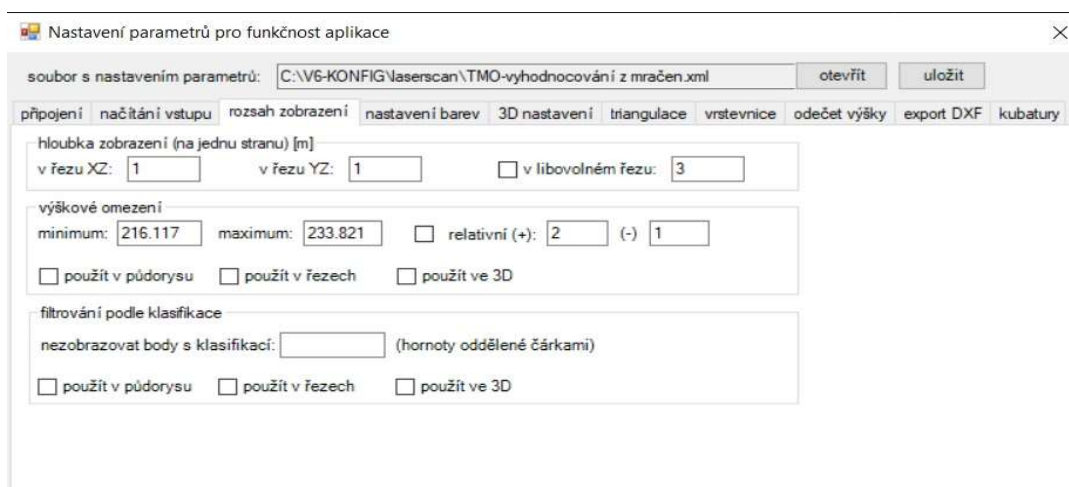
Obrázok 4: Nastavenie vstupu

Na tejto záložke je definovaný parameter riedenia pre načítanie mračien bodov v prípade súborového pripojenia a to všetkých tipov súborov s mračnami. Vstupné dáta sa dajú pomocou nastavenia parametrov načítania riediť. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.3.1 Pripojovanie mračien bodov po súboroch

Súborové načítanie sa riadi nastavením na záložke načítanie vstupu len pre formáty LAS prípadne TXT, resp. X, Y, Z. Po stisnutí tlačidla „+“ sa dá vybrať dátové súbory formátu LAS, GLS alebo TXT (musí obsahovať stĺpce X,Y,Z, intenzita odrazu, farba RGB (voliteľne) – oddelené medzerami). (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.4 Rozsah zobrazenia



Obrázok 5: Nastavenie rozsahu zobrazenia

8.4.1 Výškové obmedzenie



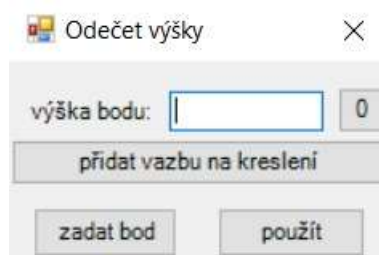
Obrázok 6: Nastavenie výškového obmedzenia

Zobrazované dáta je možné obmedziť hodnotou súradnice Z (výšky). Pomocou nastavenia hodnôt minimálnej a maximálnej výšky sa dajú vynechať zo zobrazenia body s výškami menšími než je nastavená minimálna hodnota a vyššími než je nastavená maximálna hodnota. Po načítaní dát sa do políček minimálnej a maximálnej hodnoty nastaví hodnoty najmenšej a najväčšej výšky z načítaných dát. (Uživatelská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.5 Výška

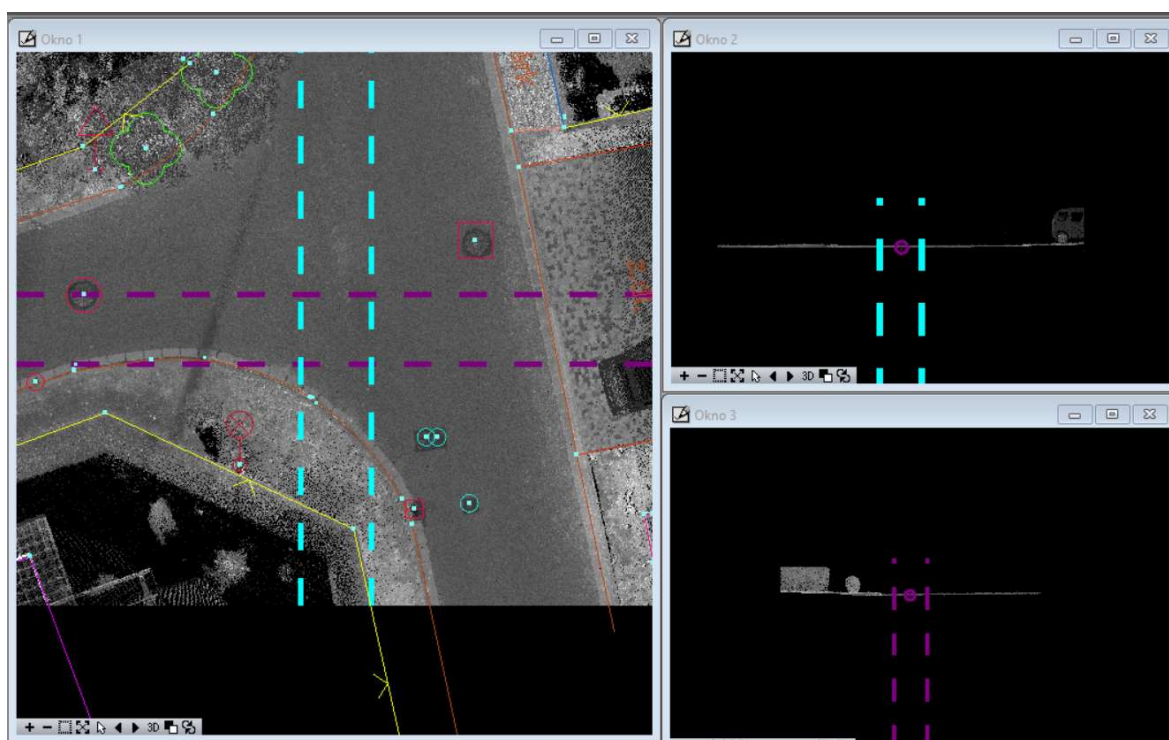
Laserovým skenovaním namerané trojrozmerné dáta-body sú v GeoStore V6 najčastejšie používané pre digitalizáciu. Toto mapovanie nad mračnom bodov je uskutočňované cez tlačidlo „Výška“. Ďalšou možnosťou je využitie vloženia bodu z okna 3D. (Uživatelská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.5.1 Zadanie bodu



Obrázok 7: Okno na určovanie bodov

Umiestňovať body a výšky je možné pomocou tlačidla „zadat bod“, keď je spustené procedúra zadávania bodu pomocou myši v okne 1 – pôdoryse. Pokiaľ máme synchronizovaný pôdorys s rezmi, zobrazí sa pozícia kurzoru v pôdoryse aj v rezoch, ako tenké zvislé čiary (Obrázok 8).



Obrázok 8: Pohľad v rezoch

Po zadaní bodu je podľa nastavených parametrov tejto zložky v okienku „výška bodu“ vyplnená nájdená výška. Zároveň je v rezoch zobrazená poloha odčítovaného bodu pre kontrolu navrhnutej výšky. Výšku sa dá potvrdiť klávesom Enter alebo kliknutím na tlačidlo „použít“. (Uživatelská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.5.2 Zadávanie bodu so súčasným kreslením mapy

Tlačidlo „přidat vazbu na kreslení“ funguje ako prepínač s tlačidlom „odpojit vazbu na kreslení“ (Obrázok 7). Práca s nimi umožňuje naviazať umiestňovanie bodov a výšok na proces obstarávania dát z palety Kreslení alebo funkciou ProjectDraw. Ak je kreslenie pridané, tak je zakaždým, keď je zadaný pomocou myši bod v okne pôdorysu, urobené odčítanie výšky z bodov v okolí a predvyplnené políčko s hodnotou výšky. Prvok mapy je v pôdoryse zobrazovaný, ale jeho umiestnenie ešte vyžaduje potvrdenie klávesom Enter alebo kliknutím na tlačidlo „Použít“. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.6 Okno 3D

3D okno otvárame po kliknutí na tlačidlo „3D“ na pravej strane hlavného dialógu. V ňom je zobrazená časť mračna a vektorovej kresby, ktorá sa v momente kliknutia nachádza v okne 1-pôdoryse. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)



Obrázok 9: Zobrazenie v okne 3D

8.6.1 Pohyb v okne

Po zobrazení mračna a vektorov sa dá v okne pohybovať. Zaujímavý bod (stred otáčania) je bod, na ktorý sa dívame. Je daný stredom okna v pôdoryse a stredom medzi najvyššou a najnižšou výškou vektoru alebo mračna. Označuje sa osovým krížom, kde farby kríža označujú smery jednotlivých os X, Y, Z v poradí RGB X-R (červená), Y-G (zelená), Z- B (modrá). (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.6.2 Zmena záujmového bodu (stredú otáčania)

Spúšťa sa pomocou súčasného stlačenia klávesy Ctrl + ľavého tlačidla myši v okne 3D. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.6.3 Vkladanie záujmových bodov z 3D okna

Záujmový bod sa dá vložiť do WKB výkresu po stlačení kombinácie kláves Ctrl + v (do výkresu sa vloží bod so súradnicami X, Y a k nemu príslušná výška). (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.7 Trajektória merania

Táto nadstavba dokáže vytvárať a zároveň načítavať klad georeferencovaných fotografických záznamov, ktoré sú vytvorené počas merania z mobilného mapovacieho systému. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.7.1 Tvorba kladu fotiek

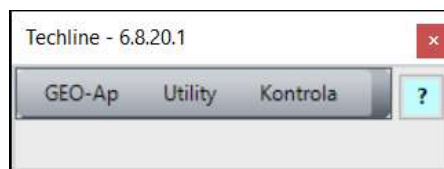
V prípade, že chceme vytvárať klad fotiek, musíme mať k dispozícii vstupný dátový súbor. Pred natiahnutím prvkov do výkresu volíme súradnicový systém a druh prvku (text, bunka). V prípade vytvárania kladu z buniek je potreba v dialógu vyplniť meno a atribút bunky. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.7.2 Zobrazovanie fotiek cez vybraný prvok bunky

Každá bunka obsahuje v atribúte prvku názov súboru danej fotky. Pre zobrazenie fotky je treba vybrať príslušný adresár s obrázkami. Príslušné fotky sa dajú zobraziť aktiváciou tlačidla „F“ a kliknutím na príslušnú bunku. Automaticky sa zobrazí požadovaná fotka v prehliadači, ktorý je k danému formátu fotky asociovaný. V prípade, že sa daná fotografia nezobrazí, pravdepodobne nie je vyplnený atribút prvku alebo názov bunky v aplikácii trajektórie a snímky. (Užívateľská príručka aplikácie V6_3D pro prostředí GeoStore V6, n.d.)

8.8 Techline

Techline je technologická linka aplikácií používaných pri spracovaní digitálnych geodetických dát v prostredí grafického systému GeoStore V6. Podľa funkčnosti sú aplikácie rozdelené do jednotlivých menu.



Obrázok 10: Okno aplikácie Techline

Záložka GEO-Ap obsahuje nástroje pre spracovanie nameraných dát a pre základné operácie s grafickými prvkami.

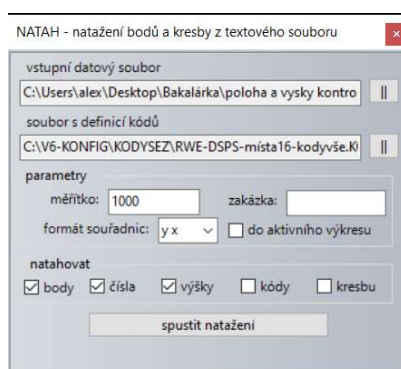
Záložka Utility obsahuje podporné geodetické programy pre zložitejšie operácie s grafickými prvkami.

V záložke Kontrola sú nástroje pre kontrolu dát obsiahnutých vo výkrese a pre hromadné operácie s prvkami. (Užívateľská príručka TechLine, n.d.)

8.8.1 GEO-Ap

8.8.1.1 Natiahnutie

Úloha slúži k natiahnutiu bodiek, čísel, výšok, kódov a kresby z dátového *.DTA súboru do výkresov grafického prostredia GeoStore V6. Po zvolení tejto úlohy sa objaví dialógové okno.



Obrázok 11: Okno na natiahnutie z dátového súboru

V okne sa dá vybrať vstupný dátový súbor (textový súbor s dátami pre natiahnutie), súbor s definíciou kódov pre tvorbu grafických prvkov, v parametroch mierku pre veľkosť buniek a textov, môžete si nastaviť číslo zákazky, formát súradníc bodov vo vstupnom súbore, či sa má kresba natiahnuť iba do aktívneho výkresu, alebo popríklad podľa definície kódov do viacerých súborov. Pomocou prepínačov zvolíte natiahnutie jednotlivých kategórií grafických prvkov- body, čísla, výšky, kódy, kresbu. Tlačidlom „spustit natažení“ prebehne spracovanie.

(Užívateľská príručka TechLine, n.d.)

8.8.1.2 Vstupný dátový súbor

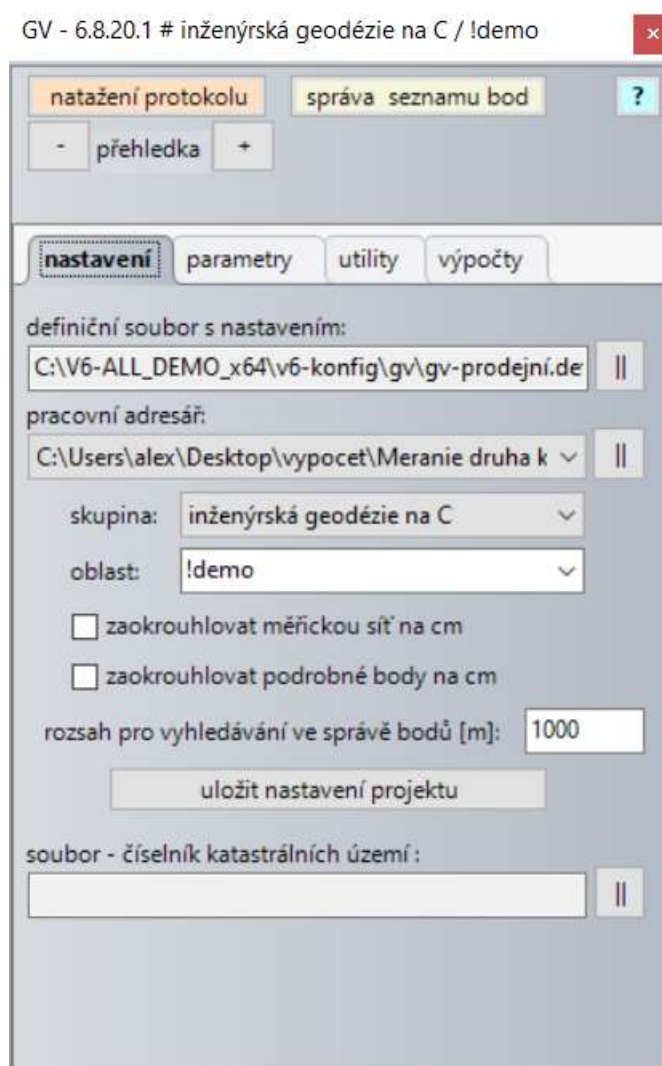
Vstupný dátový súbor obsahuje čísla bodov, súradnice bodov X a Y (podľa vybraného formátu v dialógu), výšky bodov a voliteľné kódy pre konštrukciu kresby. Akýkoľvek riadok označený znakom „*“ na prvej pozícii riadka je považovaný za komentár a pri

načítaní sa neberie do úvahy. Údaje na riadku s dátami musia byť uvedené v tomto poradí: číslo bodu, súradnica X, súradnica Y, (súradnica Z), (kódy). Hodnoty sú oddelené medzerou, údaje v zátvorkách sú nepovinné. Číslo bodu je textový reťazec o maximálnej dĺžke 32 znakov. Súradnice X a Y môžu byť v ľubovoľnom poradí a formáte, ktorý však musí byť nastavený v hlavnom okne aplikácie. Súradnica Z je používaná pri natiahnutí ako text (výška). Kódy tvoria pole kódov oddelené medzerami. (Užívateľská príručka TechLine, n.d.)

8.9 Výpočty v GV

GV je výpočtový softvér postavený na platforme GeoStore V6. Spája v sebe výhody GIS, CAD a GSV6 softvéru pre tvorbu, aktualizáciu a správu máp a taktiež výpočtového modulu. Výpočtový modul umožňuje výpočty, správu a archiváciu polohových a výškových bodových polí. (Užívateľská príručka GeoVýpočty GV V6, n.d.)

8.9.1 Záložka nastavenia



Obrázok 12: Zobrazenie záložky nastavenia

Tlačidlom „natažení protokolu“ sa priamo spúšťa natiahnutie protokolu do zoznamu bodov z Utilit. Tlačidlom „správa seznamu bod“ sa spúšťa okno správa bodového poľa. Tlačidlami „- prehledka +“ je možné ovplyvňovať v referenčnom súbore veľkosti textov čísiel bodov a mierku užívateľských štýlov pre zámery.

Pomocou dialógu „definicióni soubor s nastavením“ je možné vybrať základný konfiguračný súbor aplikácie GV. Tento súbor určuje správanie sa aplikácie pre jednu alebo viac skupín užívateľov.

Pomocou dialógu „pracovní adresář“ je vybraný pracovný adresár s výpočtami. V tomto adresári sú najprv uložené súbory so zápisníkmi, vznikajú tu v priebehu spracovania pomocné a informačné súbory, súbory s polohovými a výškovými protokolmi o výpočtoch meračskej siete a výsledné zoznamy súradníc podrobných bodov.

Zaokrúhľovanie je možné konfigurovať pomocou zaškrtnutia príslušnej možnosti a následne bude uskutočnené zaokrúhľovanie výsledných súradníc v protokoloch o výpočte *.pro a v zoznamoch podrobných bodov *.dta.

Pomocou tlačidla „uložit nastavení projektu“ sa uloží súbor s nastaveniami pre konkrétnu zákazku v pracovnom adresári s výpočtami. (Užívateľská príručka GeoVýpočty GV V6, n.d.)

8.9.2 Záložka parametre

GV - 6.8.20.1 # inženýrská geodézie na C / !demo

natažení protokolu správa seznamu bod ?

- přehledka +

nastavení **parametry** utility výpočty

hlavičky

rozlišení orientace

☒ podle kódů ☒ oddělovač -1

☒ výška stroje od: 1.2 do: 1.9

☒ výška terče od: 0 do: 5

☒ vertikální úhly max.odchylka od 100: 50

☐ kontrolovat kódy

geodávka + podrobné body

připustné odchylky měření [m/gr]

vzdálenost: 0.03 hrubá: 1

horiz.úhel: 0.01 hrubá: 0.08

převýšení: 0.03 hrubá: 1

střední chyba měření směrů [cc]: 30

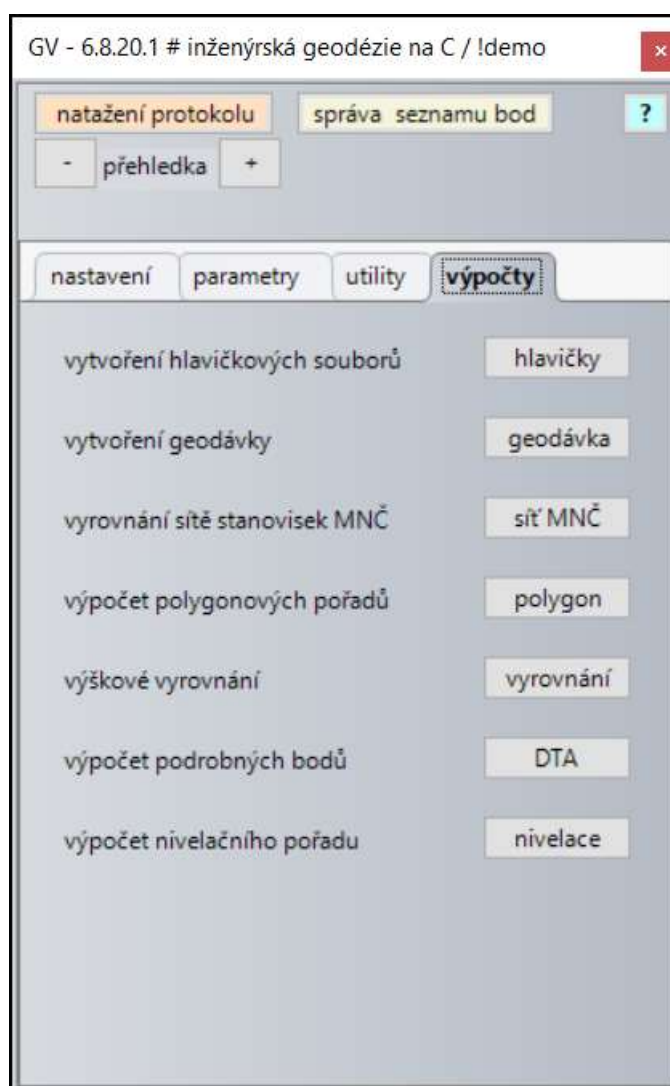
střední chyba měření délek [mm]: 15 + 5 /km

Obrázok 13: Zobrazenie záložky parametre

Pomocou zaškrtavania a súčasného vyplňovania hodnôt sú alebo nie sú uskutočňované kontroly zápisníkov meraných uhlov a dĺžok *.asc pri súčasnom výpočte tzv. hlavičiek *.hla.

Pomocou vyplnených hodnôt sú pri výpočte tzv. geodávky robené kontroly meraných hodnôt a vyplňovane strednej chyby smerov a dĺžok na určenie váh pre vyrovnanie metódou najmenších štvorcov. (Uživatelská príručka GeoVýpočty GV V6, n.d.)

8.9.3 Záložka výpočty



Obrázok 14: Zobrazenie záložky výpočty

Pomocou tlačidla „hlavičky“ automaticky vytvoríme hlavičkový súbor *.hla zo súboru zápisník *.asc.

Tlačidlo „geodávka“ uskutočňuje automatické vytvorenie súboru polohová dávka. Vznikajú nove vzostupne číslované varianty. Zároveň vzniká výšková dávka, ktorá je vždy prepisovaná novou verziou.

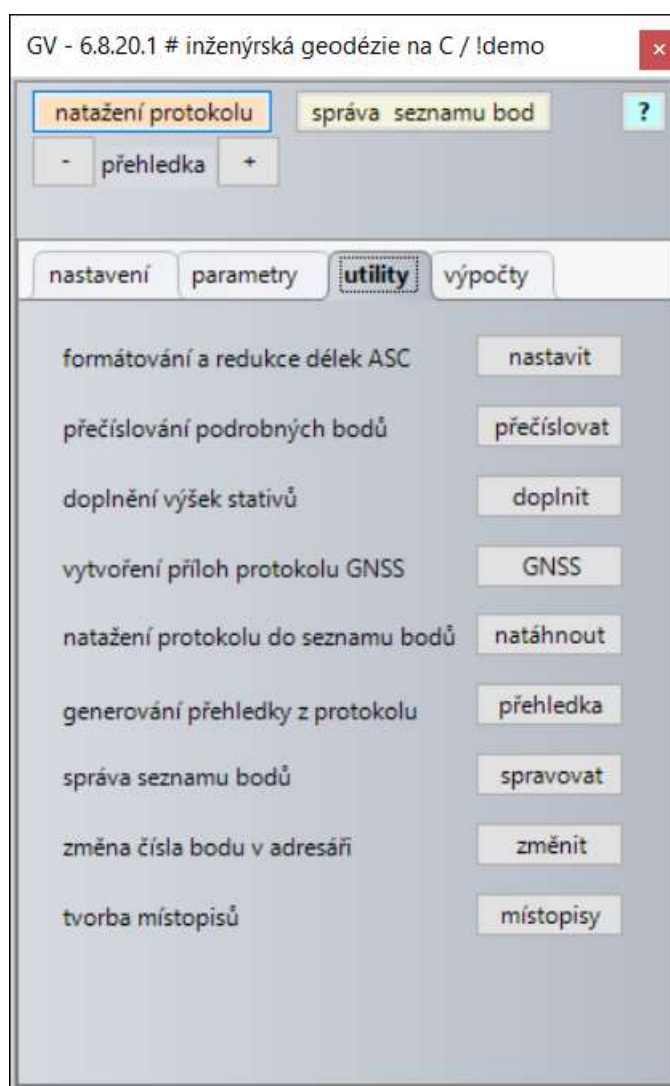
Pomocou tlačítka „sít' MNČ“ je nad súborom polohová dávka vyrovnaná polohová sieť metódou najmenších štvorcov.

Tlačidlom „polygon“ sú nad súborom polohová dávka vypočítané polygónové ťahy všetkých typov.

„Vyrovnání“ je tlačidlo pomocou ktorého sa nad súborom výšková dávka vyrovnáva výšková sieť metódou najmenších štvorcov.

Pomocou „DTA“ je zo súboru zápisník *.asc vytvorený zoznam súradníc podrobných bodov *.DTA. (Uživatelská příručka GeoVýpočty GV V6, n.d.)

8.9.4 Záložka utility



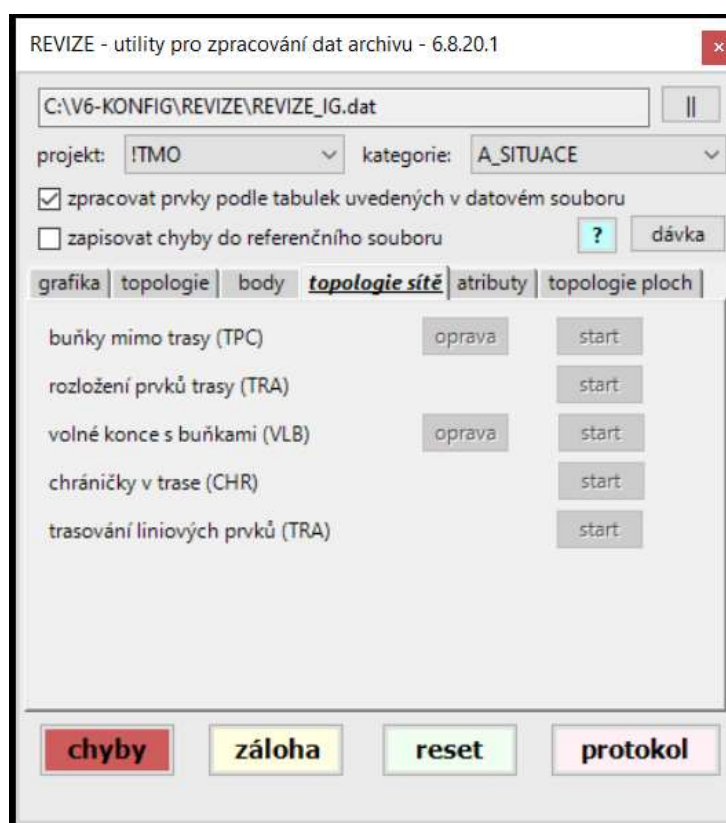
Obrázok 15: Zobrazenie záložky utility

Záložka utility obsahuje dve skupiny úloh:

- Úlohy ponúkajúce možnosti pre hromadné úpravy súborov v pracovnom adresári (formátovanie a redukciu dĺžok ASC, prečíslovanie podrobných bodov v ASC, doplnenie výšok stativov, zmenu čísla bodu v adresári, vytvorenie príloh GNSS)
- Úlohy súvisiace so správou zoznamov bodového poľa aktívnej oblasti (natiahnutie protokolu do zoznamu bodov, generovanie prehľadu z protokolu, správa zoznamu bodov a tvorba miestopisov). (Uživatelská príručka GeoVýpočty GV V6, n.d.)

8.10 Revízia výkresu

Aplikácia Revízia slúži ku kontrole obsahu výkresov GeoStore V6 pred ďalším spracovaním. V definičných súboroch sú nadefinované projekty, kategórie a typy výkresov, ku ktorým sa vzťahujú ďalšie definičné súbory s pravidlami pre kontrolu a opravu. Všetky definičné súbory pre danú kategóriu majú meno rovnaké ako názov kategórie a príponu podľa typu úlohy.



Obrázok 16: Zobrazenie okna revízie

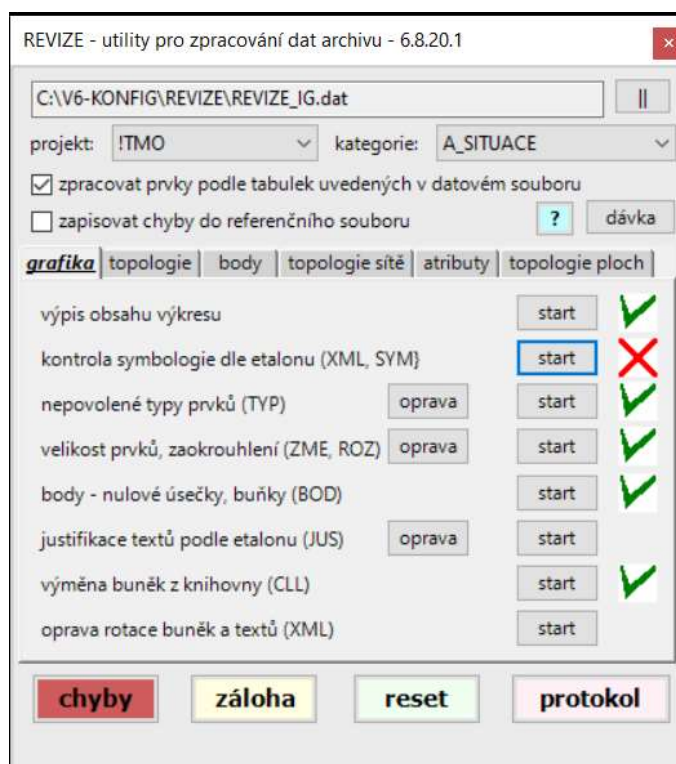
Pre každý výkres sa vytvorí protokol o spracovaní aplikáciou revízia. Protokol je textový súbor, do ktorého sa zaznamenáva čas, typ spustenej úlohy a výsledok spracovania. Obsah protokolu sa dá prezerať tlačidlom „protokol“. Protokol má rovnaký názov, ako aktívny výkres a príponu „rev“. Zobrazuje sa v pomocnom okne. Pokiaľ chcete kedykoľvek zálohovať aktívny výkres, môžete kliknúť na tlačidlo „záloha“. Pre zrušenie nastavení semaforu zelených a červených symbolov na riadkoch s úlohami treba stisnúť tlačidlo „reset“ v spodnej časti semaforu. Pokiaľ sa zmení farba tlačidla „chyby“ zo zelenej na červenú, môžete po kliknutí prezerať chybné prvky zistené poslednou urobenou úlohou v prehliadačom okne. Pre zrušenie zelených a červených symbolov na riadkoch s úlohami stlačte tlačidlo „reset“. Na štyroch záložkách dialógu sú zoradené kontrolné a opravné úlohy. Jednotlivé úlohy spustíte tlačidlom „start“ na príslušnom riadku. Pomocou tlačidla dávka je ich možno spustiť naraz. Pokiaľ sa vedľa tlačidla objaví zelený symbol odškrtnutia, tak úloha prebehla bez chýb. Pokiaľ sa objaví červený krížik, zistila kontrola v aktuálnom výkrese chyby. Ak použijete tlačidlo „oprava“, tak

sa okrem kontroly robí taktiež oprava chybných prvkov. (Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.)

8.10.1 Záložka grafika

V záložce grafika sú nasledujúce funkcie:

- Výpis obsahu výkresu: Prevádza výpis obsahu výkresu do protokolu. Do protokolu sú zapísané všetky kombinácie podľa typov prvkov, vrátane počtu prvkov s danou symbolikou a prípadne popisom z XML súboru.

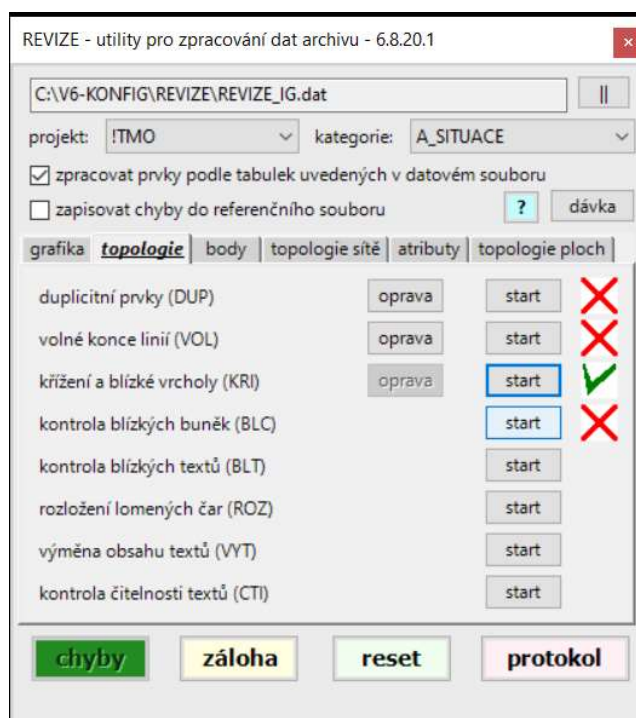


Obrázok 17: Zobrazenie záložky grafika

- Kontrola symboliky podľa etalónu: Prevádza formálnu kontrolu symboliky prvkov výkresu. Úloha načíta prípustné kombinácie hodnôt symboliky pre bunky, texty, línie a polygóny buď z XML súboru alebo z databázy.
- Nepovolené typy prvkov: Kontroluje prípustnosť typov prvkov vo výkrese, prípadne robí opravy podľa kontrolného súboru.
- Veľkosť prvkov, zaokrúhlenie: Kontroluje a prípadne opravuje veľkosti prvkov. Kontroluje a prípadne zaokrúhľuje súradnice bodov prvkov.
- Nulová dĺžka línie vo vrstve bodov: Kontroluje dĺžku lomených čiar určených pre body. Pokiaľ chceme nahradiť body, ktoré sú definované bunkami, zadáme ich mená a CAD vrstvu do definičného súboru. Tieto bunky sú nahradené lomenými čiarami s nulovou dĺžkou podľa definičného súboru.
- Kontrola justifikácie textov podľa etalónu: Kontroluje a opravuje justifikáciu textov podľa definície v súbore XML a nastavenia v súbore JUS.
- Výmena buniek z knihovni: Vymieňa bunky vo výkrese za bunky z knihovni.

- Oprava rotácie buniek a textov: Podľa etalónu je bunkám a textom vo výkrese nastavená rotácia. (Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.)

8.10.2 Záložka topológia

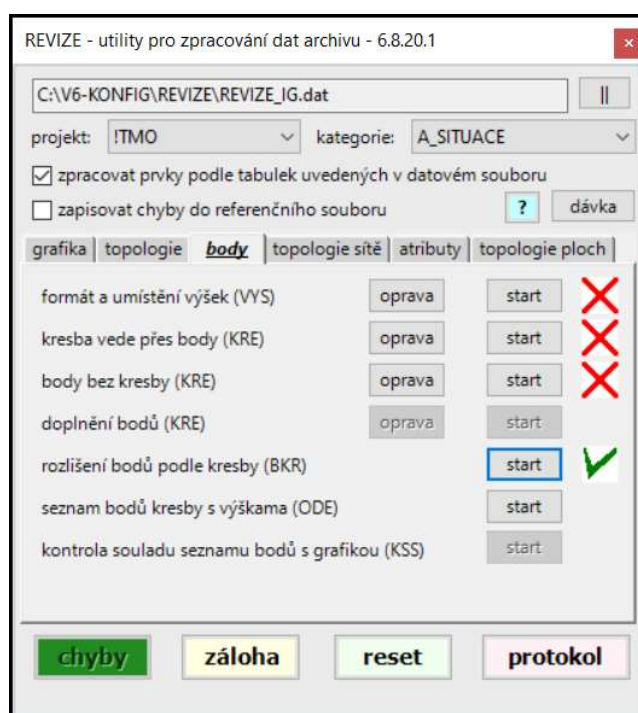


Obrázok 18: Zobrazenie záložky topológia

V záložke topológia sú tieto funkcie:

- Duplicitné prvky: Umožňuje kontrolovať alebo opravovať duplicitné prvky. Duplicita je definovaná nastavením v definičnom súbore DUP.
- Kontrola voľných línií: Vyhľadáva voľné konce líniových prvkov.
- Kontrola krížení línií a blízke vrcholy: Umožňuje vyhľadať kríženie líniových prvkov a vrcholy línií, v ktorých blízkosti prechádzajú prvky vo vzdialenosti menšej než definovaná tolerancia.
- Kontrola blízkych buniek: Kontroluje vzdialenosť medzi bunkami, podľa parametrov definovaných v BLC súbore.
- Kontrola blízkych textov: Kontroluje vzdialenosť medzi textami, podľa parametrov definovaných v BLT súbore.
- Rozloženie lomených čiar: Rozkladá lomené čiary alebo úsečky, podľa parametrov definovaných v definičnom súbore ROZ.
- Výmena obsahu textov: Vymení hodnotu textu vo výkrese za inú, podľa definičného súboru VYT.
- Kontrola čitateľnosti textov: Lokalizuje vzájomné prekrytie obdĺžnikov rozsahov textov, a tým možné problémy s ich čitateľnosťou. (Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.)

8.10.3 Záložka body

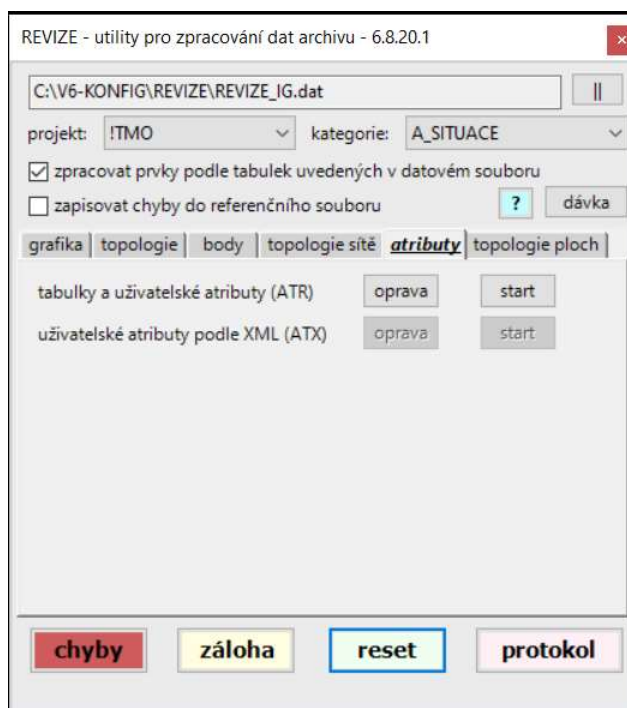


Obrázok 19: Zobrazenie záložky body

Záložka body obsahuje nasledujúce funkcie:

- Formát a umiestnenie výšok: Kontroluje formát textu výšok a ich polohu vzhľadom k meraným bodom.
- Kresba vedie cez body: Kontroluje, či v kľúčových alebo vo vzťahných bodoch kresby ležia merané body.
- Body bez kresby: Kontroluje, či merané body reprezentujú polohu kľúčových prípadne vzťahných bodov kresby s rovnakým atribútom ZAKAZKA, aký majú merané body.
- Doplnenie bodov: Táto úloha nadväzuje na predchádzajúce dve úlohy. Je dosť podobná úlohe „Kresba cez body“. Kontrola je prakticky zhodná, ale táto úloha navyše kontroluje, typ bodov na koncových a vnútorných vrchoch.
- Rozlíšenie bodov podľa kresby: Podľa toho či je v bode alebo výške obsiahnutá kresba, alebo nie je prevádza body a výšky medzi 2 skupinami.
- Zoznam bodov s výškami: Automaticky vytvorí na základe grafiky zoznam súradníc vo formáte *.csv.
- Kontrola zhody zoznamu bodov s grafikou: Kontroluje, či súhlasí textový zoznam súradníc s bodmi a výškami natiahnutými v grafike. (Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.)

8.10.4 Záložka atribúty



Obrázok 20: Zobrazenie záložky atribúty

Záložky atribúty má dve funkcie:

- **Tabuľky a užívateľské atribúty:** Kontroluje prítomnosť iba povolených tabuliek vo výkrese. Kontroluje prítomnosť povolených užívateľských atribútov, pripojených k prvkom, pre povolené tabuľky.
- **Užívateľské atribúty podľa XML:** Kontroluje vyplnenie správnych povinných a nepovinných negrafických atribútov všetkých prvkov vymenovaných v definičnom súbore *.ATX oproti definičnému súboru negrafických atribútov pre skupinu prvkov uvedených v *.XML súbore. (Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.)

9 Domeranie a kontrola výkresu

9.1 Spracovanie mračien bodov

V úvode mojej práce bolo nutné spracovať mračná bodov, ktoré nám poskytla spoločnosť GEOVAP, spol. s r.o.. Na spracovanie som využíval program Geostore V6. Licenciu na tento program mi poskytol zadávateľ práce pán Ing. Pavel Cimpl. Podkladom pre moju prácu bol výkres, ktorý obsahoval body a kresbu zo starších zákaziek. Body zo starších zákaziek som vo väčšine prípadov nahradzoval bodmi z mračna. Príčinou výmeny bolo to, že ich poloha a výška už neodpovedali skutočnosti. Počas spracovávanía mračien som našiel oblasti, v ktorých bolo mračno bodov neúplné a vyžadovalo si domeranie v teréne. Tento problém nastal najmä v miestach, kde boli nevhodne postavené vozidlá, alebo to bolo zapríčinené vegetáciou.

9.2 Práce v teréne

Pred samotným meraním prebehla rekognoskácia celého záujmového územia. V priebehu rekognoskácie som si určil jednotlivé stanoviská, ktoré som následne stabilizoval pomocou nastreľovacích klincov. Súradnice a výšky jednotlivých stanovísk boli určené metódou GNSS-RTK. Určenie bolo uskutočnené 2-krát nezávisle od seba. Stanoviská boli využité na zameranie všetkých oblastí, ktoré boli nedostatočne pokryté mračnom bodov. Pre zameranie nezmapovaných oblastí a identických bodov som používal totálne stanice a prijímač GNSS-RTK od spoločnosti Trimble. Boli použité totálne stanice Trimble M3-2" (Totální stanice Trimble M3, c 2005-2014) a prijímač GNSS-RTK Trimble R8S (Trimble R8s GNSS přijímač, 2015).

9.3 Kontrolné meranie

Súbežne s meraním nepokrytých oblastí prebiehalo kontrolné meranie. Kontrolne zamerané boli všetky identické body, ktoré som si predtým určil z mračna bodov. Navyše som kontrolne zameral identické body, ktoré boli prevzaté zo starších zákaziek. Identické body som volil jednoznačne identifikovateľné prvky, ako napríklad šupátka, hydranty, stredy kanalizačných poklopov a niekedy aj lomy obrubníkov. Všetky identické body boli umiestnené na verejnom priestranstve.

9.4 Testovanie presnosti mračna bodov

Po spracovaní mračna bodov a podrobnom preskúmaní protokolov z kontrolného merania som usúdil, že by výsledné mračno mohlo spĺňať aj lepšiu ako 3. triedu presnosti podľa (ČSN 01 3410, 2014). Rozhodol som sa teda zistiť, akej triede presnosti moje mračno

odpovedá. Spracovateľský program som si zvolil program Microsoft Excel. Testovanie presnosti súradníc a výšok som robil podľa (ČSN 01 3410,2014) (kapitola 6).

9.4.1 Vyhodnotenie testovania mračna bodov

Testovaných bolo 181 bodov z mračna, ktoré boli rovnomerne rozmiestnené po celej záujmovej oblasti. Pri testovaní som predpokladal, že mračno a kontrolné meranie je rovnakej presnosti, a tak som vo výpočtoch používal koeficient $k = 2$. Výsledky z testovania mračna pre tri triedy presnosti uvádzam nižšie. Z výsledkov je jasné, že presnosť súradníc vyhovuje 2. triede presnosti a výšky spĺňajú kritéria pre 3. triedu presnosti.

Tabuľka 1: Výsledky testovania homogenity mračna

Polohové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta p \leq 1,7 * U_{X,Y}$		Kritérium pre $ \Delta p $	II. Kritérium $S_{X,Y} \leq \omega_{2N} * U_{X,Y}$		Kritérium pre $S_{X,Y}$
	Max $ \Delta p $	Kritérium $1,7 * U_{X,Y}$		$S_{X,Y}$	Kritérium $\omega_{2N} * U_{X,Y}$	
1.	0,097m	0,068m	nesplnené	0,026m	0,044m	splnené
2.	0,097m	0,136m	splnené	0,026m	0,088m	splnené
3.	0,097m	0,238m	splnené	0,026m	0,154m	splnené
Výškové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta H \leq 2 * U_H * \sqrt{k}$		Kritérium pre $ \Delta H $	II. Kritérium $S_H \leq \omega_N * U_H$		Kritérium pre S_H
	Max $ \Delta H $	Kritérium $2 * U_H * \sqrt{k}$		S_H	Kritérium $\omega_N * U_H$	
1.	0,113m	0,085m	nesplnené	0,080m	0,033m	nesplnené
2.	0,113m	0,198m	splnené	0,080m	0,077m	nesplnené
3.	0,113m	0,339m	splnené	0,080m	0,132m	splnené
Stredné súradnicové chyby S_X, S_Y						
S_X		0,027m		S_Y		0,024m

9.5 Testovanie presnosti pôvodnej a výslednej mapy

Výsledná mapa obsahuje okrem bodov z mračna aj body zo starších zákaziek, a preto som testovaniu podrobil najprv body pôvodnej mapy, a potom som otestoval aj výslednú mapu. Na testovanie pôvodnej mapy bolo použitých 36 bodov a k testovaniu výslednej mapy som použil 217 bodov. Zaujímalo ma či body prevzaté zo starších zákaziek nezhoršia presnosť výslednej mapy. Pri testovaní som používal koeficient $k = 2$. Po otestovaní pôvodnej mapy som zistil, že body spĺňajú v polohovej aj výškovej presnosti 2. triedu presnosti. Vo výsledkoch z testovania je taktiež jasne vidno, že ako mračno tak

aj výsledná mapa spĺňajú rovnaké triedy presnosti. Z testovania súradníc vyplýva, že polohovo spĺňajú 2. triedu presnosti a výšky zasa vyhovujú kritériám pre 3. triedu presnosti. Výsledná mapa bola ešte pred vložením do databázy skontrolovaná a одобrená zememeračským inžinierom z firmy GEOVAP, spol. s r.o..

Tabuľka 2: Výsledky testovania homogenity pôvodnej mapy

Polohové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta p \leq 1,7 * U_{X,Y}$		Kritérium pre $ \Delta p $	II. Kritérium $S_{X,Y} \leq \omega_{2N} * U_{X,Y}$		Kritérium pre $S_{X,Y}$
	Max $ \Delta p $	Kritérium $1,7 * U_{X,Y}$		$S_{X,Y}$	Kritérium $\omega_{2N} * U_{X,Y}$	
1.	0,098m	0,068m	nesplnené	0,036m	0,044m	splnené
2.	0,098m	0,136m	splnené	0,036m	0,088m	splnené
3.	0,098m	0,238m	splnené	0,036m	0,154m	splnené
Výškové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta H \leq 2 * U_H * \sqrt{k}$		Kritérium pre $ \Delta H $	II. Kritérium $S_H \leq \omega_N * U_H$		Kritérium pre S_H
	Max $ \Delta H $	Kritérium $2 * U_H * \sqrt{k}$		S_H	Kritérium $\omega_N * U_H$	
1.	0,106m	0,085m	nesplnené	0,045m	0,033m	nesplnené
2.	0,106m	0,198m	splnené	0,045m	0,077m	splnené
3.	0,106m	0,339m	splnené	0,045m	0,132m	splnené
Stredné súradnicové chyby S_X, S_Y						
S_X		0,038m		S_Y		0,032m

Tabuľka 3: Výsledky testovania homogenity výslednej mapy

Polohové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta p \leq 1,7 * U_{X,Y}$		Kritérium pre $ \Delta p $	II. Kritérium $S_{X,Y} \leq \omega_{2N} * U_{X,Y}$		Kritérium pre $S_{X,Y}$
	Max $ \Delta p $	Kritérium $1,7 * U_{X,Y}$		$S_{X,Y}$	Kritérium $\omega_{2N} * U_{X,Y}$	
1.	0,098m	0,068m	nesplnené	0,027m	0,044m	splnené
2.	0,098m	0,136m	splnené	0,027m	0,088m	splnené
3.	0,098m	0,238m	splnené	0,027m	0,154m	splnené
Výškové testovanie						
Triedy presnosti:	I. Kritérium $ \Delta H \leq 2 * U_H * \sqrt{k}$		Kritérium pre $ \Delta H $	II. Kritérium $S_H \leq \omega_N * U_H$		Kritérium pre S_H
	Max $ \Delta H $	Kritérium $2 * U_H * \sqrt{k}$		S_H	Kritérium $\omega_N * U_H$	
1.	0,113m	0,085m	nesplnené	0,091m	0,033m	nesplnené
2.	0,113m	0,198m	splnené	0,091m	0,077m	nesplnené
3.	0,113m	0,339m	splnené	0,091m	0,132m	splnené
Stredné súradnicové chyby S_X, S_Y						
S_X		0,029m		S_Y		0,026m

9.6 Porovnanie výhod a nevýhod údržby mapy klasickými metódami a mobilným mapovaním

Počas práce s mračnami bodov a následnom meraní v teréne som sa stretol s rôznymi výhodami a nevýhodami.

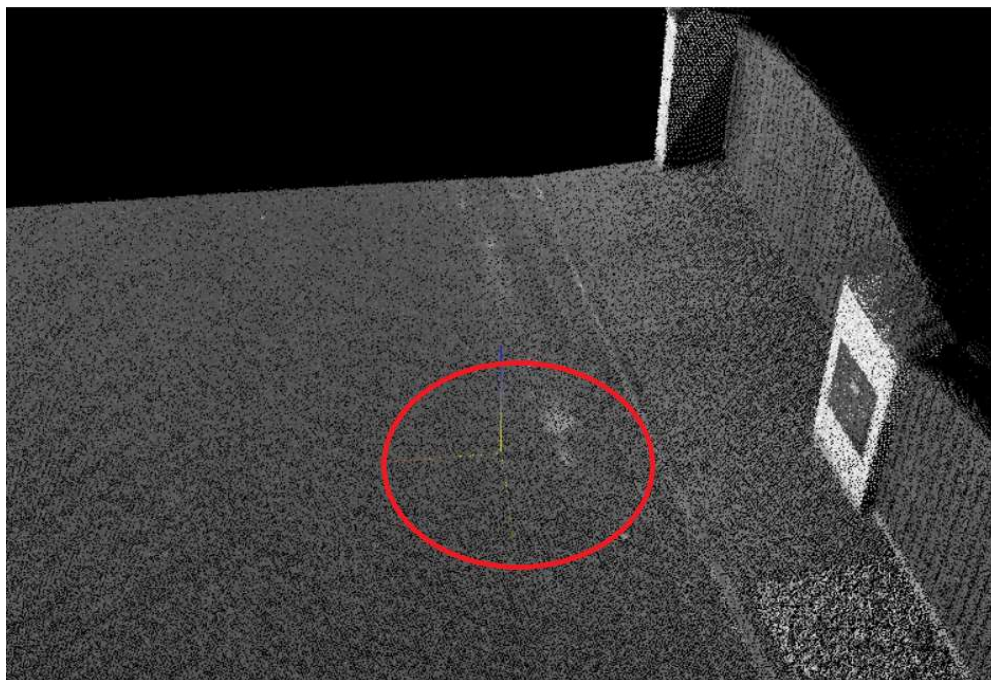
Výhodou mapovania pomocou mobilného mapovacieho systému je rýchlosť samotného zmapovania určitej oblasti v porovnaní s klasickými geodetickými metódami, ale neplatí to vždy. Závisí to od veľkosti a typu mapovaného územia. Využívať mobilný mapovací systém na malé oblasti by som označil ako neekonomické. Mobilný mapovací systém je často ovplyvnený vegetáciou, preto je vhodné ho využívať najmä v období vegetačného pokoja. Pri získavaní dát pomocou klasických geodetických metód sa zameriavame iba na veci, ktoré nás skutočne zaujímajú. Ak však použijeme metódu mobilného mapovania, tak získavame veľké množstvo nadbytočných meraní. Nevýhodou je, že samotné spracovanie môže byť zdĺhavejšie. Výhodou je, že v niektorých situáciách sa môžu merania navyše hodiť. Veľkou výhodou je že mobilný mapovací systém zameria všetky objekty, na ktoré má dosah čiže pri spracovávaní vieme odhaliť posuny objektov. Je možné, že by sme v mračne objavili objekty, na ktoré by sme pri meraní v teréne zabudli alebo ich zle vyhodnotili. Mohli by sme si taktiež myslieť, že už sa v danej mape nachádzajú.

Čo sa týka presnosti týchto metód je zrejmé, že práca s totálnou stanicou je väčšinou presnejšia. Napriek tomu je možné dosiahnuť pri meraní GNSS aparátúrou presné výsledky. V konečnom prípade je jedno aký spôsob merania alebo akú aparátúru sa rozhodneme použiť, vždy to môže poukázať neprofesionálny prístup merača. Pri nedodržaní meračských postupov môžeme aj pri meraní s totálnou stanicou dosiahnuť nepresné výsledky. Každý geodet by mal vedieť obsluhovať svoj prístroj a poznať jeho limity.

Samotné mobilné mapovanie je však niekedy nutné kombinovať s klasickými geodetickými metódami. V tejto práci som sa stretol s tým, že som musel niektoré oblasti domerať z dôvodu zlého pokrytia oblasti mračnom. Vo väčšine prípadov to bolo zapríčinené vegetáciou, napadaným lístím, ktoré zakrývalo šupátka a vpuste. Pri vyhodnocovaní mračen bol pre mňa asi najväčší problém určiť správne výšku a presnú polohu šupátiek, pretože v mračne vyzerali ako čierne fláky, a to pri stave niektorých komunikácií nie je zrovna ideálne vidieť. Obrázok 21 a Obrázok 22. Na uľahčenie tejto práce som využíval fotografie získané pri skenovaní.



Obrázok 21: Zobrazenie zle viditeľného šupátka



Obrázok 22: Zobrazenie v mračne zle viditeľného šupátka

Podľa môjho názoru, každá geodetická metóda môže mať určité nevýhody, ale často to závisí na lokalite, v ktorej sa mapuje. Využitie mobilného mapovania v kombinácii s klasickými metódami sa ale ukázalo pri mojej práci veľmi efektívne.

10 Záver

Pre tému tejto bakalárskej práce som sa rozhodol najme preto, že predtým som sa s prácou s mračnami bodov stretol iba okrajovo. Prácu s mračnom bodov som bral ako výzvu naučiť sa niečo nové.

V bakalárskej práci som sa zaoberal reambuláciou a domeraním účelovej mapy povrchovej situácie (ÚMPS). Spracovával som mračná bodov, ktoré nám poskytla firma GEOVAP, spol. s r.o.. Na spracovanie som používal softvér Geostore V6_3D od firmy GEOVAP, spol. s r.o.. Po vyhodnotení všetkých mračien som objavil oblasti, v ktorých bolo nutné domeranie pomocou klasických geodetických metód. Zameranie som urobil polárnou metódou zo stanovísk, ktoré boli určené metódou GNSS-RTK.

Pre celkovú kontrolu presnosti mapy bolo urobené testovanie presnosti ako nových prvkov mapy vyhodnotených z mračna, tak aj prvkov pôvodnej mapy. V ďalšom kroku som otestoval aj výslednú mapu. Testoval som odchýlky na identických bodoch. Ako identické body som volil jednoznačne identifikovateľné body, ktoré som si predtým určil z mračna alebo išlo o body, ktoré boli do mapy prevzaté zo starších zákaziek. Jednotlivé testovania som robil podľa (ČSN 01 3410,2014). Pre testovanie mračna som použil 181 bodov. Na testovanie pôvodnej mapy bolo použitých 36 bodov a pre testovanie výslednej mapy to bolo 217 identických bodov. Mračno a aj výsledná mapa polohovo vyhovujú 2. triede presnosti a vo výškach splňuje kritéria pre 3. triedu presnosti podľa (ČSN 01 3410, 2014).

Reambulovaná mapa bola firmou GEOVAP, spol. s r.o. skontrolovaná a následne vložená do databázy Digitálnej technickej mapy východných Čiech, o ktorú sa stará Združenie správcov sietí východných Čiech. Výsledky tejto práce sa tak stali súčasťou aktuálneho digitálneho mapového diela.

11 Zoznam obrázkov a tabuliek

Obrázok 1: Mapovacie vozidlo (LYNX Mobile Mapper, c2005-2019)	21
Obrázok 2: Základný panel	23
Obrázok 3: Režimy prefarbenia dát	24
Obrázok 4: Nastavenie vstupu	25
Obrázok 5: Nastavenie rozsahu zobrazenia	26
Obrázok 6: Nastavenie výškového obmedzenia	26
Obrázok 7: Okno na určovanie bodov	27
Obrázok 8: Pohľad v rezoch	27
Obrázok 9: Zobrazenie v okne 3D	28
Obrázok 10: Okno aplikácie Techline	30
Obrázok 11: Okno na natiahnutie z dátového súboru	30
Obrázok 12: Zobrazenie záložky nastavenia	31
Obrázok 13: Zobrazenie záložky parametre	33
Obrázok 14: Zobrazenie záložky výpočty	34
Obrázok 15: Zobrazenie záložky utility	35
Obrázok 16: Zobrazenie okna revízie	36
Obrázok 17: Zobrazenie záložky grafika	37
Obrázok 18: Zobrazenie záložky topológia	38
Obrázok 19: Zobrazenie záložky body	39
Obrázok 20: Zobrazenie záložky atribúty	40
Obrázok 21: Zobrazenie zle viditeľného šupátka	45
Obrázok 22: Zobrazenie v mračne zle viditeľného šupátka	46

Tabuľka 1:Výsledky testovania homogenity mračna	42
Tabuľka 2:Výsledky testovania homogenity pôvodnej mapy	43
Tabuľka 3:Výsledky testovania homogenity výslednej mapy	44

12 Zoznam použitých skratiek

CAD	Computer Aided Design
GIS	Geografický informačný systém
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
IMU	Inertial measurement unit
LAS	formát Laser pre mračno bodov
MMS	Mobilný mapovací systém
RTK	Real-time kinematic
TIN	Triangulated Irregular Network
TMO	Technická mapa obce
ÚMPS	Účelová mapa povrchovej situácie
VÚGTK	Výskumný ústav geodetický, topografický a kartografický
WKB	Well Known Binary
WMS	Web Map Service
XML	Extensible Markup Language
2D	dvojrozmerný
3D	trojrozmerný

13 Použitá literatura

CIMPL, Pavel, n.d. *Uživatelská příručka aplikace V6_3D pro prostředí GeoStore V6*.

CIMPL, Tomáš, 2013. *Aktualizace DTMM s využitím mobilního skenovacího systému*. Brno. Diplomová práce. Fakulta stavební Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

ČSN 01 3410: *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*, 2014. Praha: Vydavatelství norem.

LYNX Mobile Mapper: QUANTUM 3D Mapping [online], c 2005-2019. Pardubice: GEOVAP. Dostupné také z: http://www.quantum3d.cz/_pfile/web/15-b9ab6552fe42fe6f5a6cb9742c5cb1f54f897780819c2a0ae87c5c6e135e9183/lynx.pdf

NOVÁČKOVÁ, Soňa, 2012. *Testování přesnosti mobilního mapovacího systému MOMAS*. BRNO. Diplomová práce. Fakulta stavební Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. VLASTIMIL HANZL, CSc.

PÁCAL, Kamil, 2016. *GRID_MP_G11_12_04*. (04). GasNet, s.r.o.

Provozní dokumentace technické mapy Statutárního města Pardubice [online], 2014. Pardubice: GEOVAP. Dostupné také z: <https://www.pardubice.eu/urad/radnice/vyhlasiky-a-narizeni/technicka-mapa-mesta-pardubic/?file=17039&page=2635015&do=download>

Revize pro prostředí Geo Store V6, n.d.. GEOVAP, spol. s.r.o.

Slovník VÚGTK [online], c 2005-2019. Dostupné z: https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=1233&l=reambulace-mapy

Staré Hradiště [online], 2006. Staré Hradiště: Obec Staré Hradiště. Dostupné také z: <https://www.stare-hradiste-obec.cz/o-obci/d-14962/p1=2443>

Totální stanice Trimble M3 [online], c 2005-2014. Praha: GEOTRONICS Praha. Dostupné také z: http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf

Trimble R8s GNSS přijímač [online], 2015. Praha: GEOTRONICS Praha. Dostupné také z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022516-130-CZE_TrimbleR8s_DS_A4_0415_LR_Geotronics.pdf

Uživatelská příručka GeoVýpočty GV V6, n.d.. 6.8.18.1. GEOVAP, spol. s.r.o.

Uživatelská příručka TechLine, n.d.. Pardubice: GEOVAP, spol. s.r.o.

VADINA, Pavel, 2013. *3D model kostela v obci Moravský Svätý Ján*. Brno. Bakalářská práce. Fakulta stavební Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. DALOBOR BARTONĚK, CSc.

Vyhláška č. 233/2010 Sb.: Vyhláška o základním obsahu technické mapy obce, 2010. In: . Praha: Vydavatelství norem, ročník 2010, 80/2010, číslo 233.

Zákon č. 200/1994 Sb.: Zákon o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, ve znění pozdějších predpisů, 1994. Praha.

Zoznam digitálnych príloh

Príloha č.1-Výkres reambulovanej mapy (vo formáte WKB, DGN a PDF)

Príloha č.2 Ukážka rozsahu reambulácie (vo formáte DGN a PDF)

Príloha č.3 Zápisník podrobného a kontrolného merania

Príloha č.4 Protokol GNSS-kontrolné merania

Príloha č.5 Protokol GNSS-meračská sieť

Príloha č.6 Protokol z výpočtu polárnej metódy

Príloha č.7 Protokol-určenia-bodov-technológiou-GNSS-kontrolné merania

Príloha č.8 Protokol-určenia-bodov-technológiou-GNSS-meračská sieť

Príloha č.9 Ukážka pomocnej meračskej siete a kontrolných bodov (vo formáte DGN a PDF)

Príloha č.10 Testovanie presnosti súradníc a výšok bodov pôvodnej mapy (vo formáte XLSX)

Príloha č.11 Testovanie presnosti súradníc a výšok bodov výslednej mapy (vo formáte XLSX)

Príloha č.12 Testovanie presnosti súradníc a výšok bodov z mračna bodov (vo formáte XLSX)